Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 409-421

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 421-409

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر اسانس زیره سیاه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی پنیر فتای فراپالایش

مرضیه مومنی سروستانی[1]- حنان لشکری[2*]

تاریخ دریافت: 1398/02/23
تاریخ پذیرش: 1398/07/03

چکیده

اسانس زیره سیاه فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی بالایی دارد و می‌تواند منجر به بهبود و ارتقای ماندگاری سیستم‌های غذایی گردد. به‌منظور بررسی تأثیر اسانس زیره سیاه بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی پنیر فتای فراپالایش غلظت‌های مختلف اسانس زیره سیاه (صفر، 0/05، 0/1 و 0/15 درصد) به پنیر اضافه شد و نمونه های پنیر در روزهای 3، 20 و 60 دوره نگهداری آنالیز شدند. نتایج نشان داد که اسانس زیره سیاه دارای تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال 5% بر اسیدیته، pH و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و با افزایش اسانس pH کاهش و اسیدیته و خاصیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافتند. همچنین اسانس زیره سیاه در سطح احتمال 5% اثر معنی‌داری بر روی میزان پروتئین، چربی، نمک و ماده خشک پنیر نداشت. نتایج نشان داد دوره نگهداری بر میزان چربی، نمک و پروتئین تاثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش درصد اسانس در پنیر، به‌طور معنی‌داری ($P<0.05$) شاخص L^* کاهش و شاخص b^* افزایش یافت. بررسی خصوصیات حسی در طی دوره نگهداری نشان داد، افزودن اسانس بر روی رنگ، بافت تاثیر معنی‌داری نداشته ولی بر طعم و پذیرش کلی تأثیر معنی‌دار است. طعم پنیر در پایان دوره نگهداری نسبت به روز سوم و بیستم کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع تیمار حاوی 0/05 درصد اسانس از نظر خصوصیات حسی دارای بالاترین امتیاز بود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پنیر، حسی،زیره سیاه، فیزیکوشیمیایی، میکروبی.

مقدمه

از آن‌جا که سلامت غذا یک مسأله بنیادی از دیدگاه مصرف‌کننده و صاحبان صنایع غذایی بوده است و با عنایت به گزارش‌های مرتبط با موارد متعدد عفونت‌های حاصل از مواد غذایی آلوده، توجه به سلامت غذا و ارائه راهکارهایی جهت حفظ هرچه بیشتر سلامت مواد غذایی در حال گسترش است. به علت دیدگاه منفی روز افزون و ناخوشایند مصرف‌کنندگان در استفاده از مواد غذایی که در آن‌ها از نگهدارنده‌های شیمیایی استفاده شده از یک طرف و از طرف دیگر مشکلات متعدد مسئولان در روش‌ها و سیستم‌های کنترلی مواد غذایی که گران و وقت‌گیر است، توجه روز افزون تولیدکنندگان و مسئولین بهداشتی به استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی و گیاهی معطوف شده است (Karim, 1997). زیره سیاه یکی از مهم‌ترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی است (Pour- seyedi, 1994) که به‌صورت وحشی در مناطقی از ایران که آب و هوای خشک دارند، مانند استان‌های کرمان، فارس، اصفهان و یزد می‌روید (Abduganiew *et al., 1997;* Dehkhoda, 1975; Zeinali, 2007). زیره سیاه[3] که در زبان انگلیسی *Black caraway* نامیده می‌شود، گیاهی چندساله و خودگشن از خانواده چتریان[4] است. دانه زیره سیاه در طب سنتی به‌عنوان ضدنفخ، ضداسهال، تب‌بر، کاهنده چربی و کلسترول خون، ضدآلرژی و برطرف‌کننده سوء هاضمه کاربرد دارد (Pourmortazavi *et al*., 2005). اسانس‌ها (روغن‌های فرار یا روغن‌های اتری) مایعات روغنی معطری هستند که از اجزای مختلف گیاه به‌دست می‌آیند (Burt, 2004). اثر ضدمیکروبی اسانس‌ها در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است. ترکیبات مختلف در اسانس زیره سیاه شامل کومین آلدهید، گاما ترپینن، پاراسایمن و مواد مؤثره دیگری است که اغلب از ترکیبات ترپنی هستند و کاربردهای فراوانی به‌عنوان مواد آنتی‌باکتریال و آنتی‌اکسیدان دارند (Shankaracharya and Shankaracharya, 1988). لبنیات از مغذی‌ترین و ضروری‌ترین مواد غذایی در رژیم غذایی می‌باشد. در تقسیم‌بندی تغذیه‌ای پنیر از گروه پروتئین‌ها بوده، بنابراین بهینه‌سازی ویژگی‌های پنیرفتای فراپالایشی، به‌منظور افزایش مصرف توسط مردم، ضروری به‌نظر می‌رسد و از طرفی

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سروستان، ایران، سروستان.
2- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرین دشت، ایران، زرین دشت.
(*-نویسنده مسئول: Email: hlashkari@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i4.80664
3 - Bunium persicum Boiss.
4 - Apiaceae

در سال‌های اخیر مصرف‌کنندگان به مسأله سلامتی اهمیت بیشتری داده و به دنبال مصرف غذاهایی با ویژگی‌های عملکردی بالاتر، افزون بر ارزش تغذیه‌ای می‌باشند (Fox 1993).

تاکنون تحقیقات فراوانی در بررسی اثر اسانس زیره سیاه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پنیر از جمله تأثیر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس زیره سبز بر کیفیت پنیر سفید پرچرب (رفیعی و همکاران 1394)، فعالیت ضدمیکروبی اسانس زیره سیاه کرمانی در پنیر گودا (طاهرخانی و همکاران 1393)، اثر اسانس زیره سبز بر رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* در پنیر سفید ایرانی (صادقی و همکاران (1389)، بهبود خصوصیات کیفی پنیر دومیاتی را با استفاده از عصاره‌های گیاهی زیره سبز و سیاه (Jahan and Abdel-Hakim, 2015)، تأثیر روغن زیره سیاه بر باکتری‌های پاتوژن مانند *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشرشیاکلای*، *لیستریامنوسیتوجنز* و *سالمونلا* در پنیر (Ramadan Hassanien *et al*., 2014)، تأثیر دانه زیره سیاه را بر خصوصیات بیوشیمیایی و مقبولیت پنیر (Abdel-Razig *et al*., 2014)، تأثیر روغن زیره بر خصوصیات شیمیایی و حسی پنیر سفید سودانی (Ahmed Hamid, 2014) و تأثیر دانه و روغن زیره سیاه بر کیفیت باکتریولوژیکی پنیر سفید نرم (Alsawaf and Alnaemi, 2011) صورت گرفته است اما پژوهشی برروی پنیر فتای فراپالایش گزارش نشده است. هدف از این پژوهش بررسی اثر غلظت های مختلف اسانس زیره سیاه بر ویژگی های فیزیکوشیمایی، میکروبی و حسی پنیر فتای فراپالایش بود.

مواد و روش‌ها

شیر تازه از شرکت ارژن فارس تهیه شد. استارتر (شامل گونه‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس*، *لاکتوکوکوس اسیدوفیلوس* و *لوکونوستوک*)، آنزیم رنت (کریستین هانسن، دانمارک) و اسانس زیره (گراندیس، همدان) خریداری شد.

شناسایی ترکیبات اسانس زیره

توسط روش کروماتوگرافی گازی انجام پذیرفت. اسانس‌ها توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC\MS) تجزیه شده و با استفاده از محاسبه ضرایب بازداری هر یک از اجزای تفکیک شده و طیف جرمی آن‌ها و مقایسه با استاندارد، ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس با دستگاه GC\MS (Labomed، آمریکا) تعیین و شناسایی شد (Bourgou *et al.*, 2010).

تولید پنیر فراپالایش و افزودن اسانس

تولید پنیر در شرکت ارژن فارس انجام شد. ابتدا شیر خام مخزن نگهداری منتقل و بعد دمای آن به حدود 50 درجه سانتی‌گراد رسید و توسط سپراتور، چربی آن جدا گردید و شیر بدون چربی توسط دستگاه میکروفیلتراسیون تا حدود 99/7 درصد میکروب‌زدایی شد و خامه نیز توسط دستگاه پاستوریزاسیون خامه پاستوریزه شد و دوباره خامه پاستوریزه و شیر با هم مخلوط شده و به دستگاه اولترافیلتراسیون ارسال و در آنجا طی چندین مرحله، شیر آبگیری و تغلیظ شده و بریکس آن به حدود 24 رسید. رتنتیت دوباره هموژنیزه (فشار 100 بار) و پاستوریزه (دمای 78 درجه سانتی‌گراد) شد و با دمای بین 32 تا 36 درجه سانتی‌گراد به سمت دستگاه بسته‌بندی ارسال گردید. سپس در قسمت بسته‌بندی رتنتیت با استارتر 0/01% و آنزیم رنت 0/01% به همراه غلظت‌های مختلف اسانس مخلوط و توسط دستگاه فیلر درون لیوان‌ها تزریق گردید. بعد از گذشت حدود نیم ساعت رتنتیت لخته شده و به پنیر تبدیل شد در ادامه کاغذ پارشمنت قرار داده شد، سپس روی آن نمک (2%) تهیه شده از شرکت هامر ریخته و درب آن مهر و موم گردید و به مدت 24 ساعت در گرمخانه با دمای 30- 35 درجه سانتی‌گراد داده شد و پس از رسیدن pH به 4/9 به سردخانه منتقل شد.

اندازه‌گیری اسیدیته

میزان اسیدیته بر اساس استاندارد ملی شماره 2852 اندازه‌گیری شد. مقدار اسیدیته برحسب اسید لاکتیک محاسبه گردید.

اندازه‌گیری pH

میزان pH بر اساس استاندارد ملی شماره 2852 اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری چربی

آزمون چربی به کمک روش ژربر بر اساس استاندارد ملی 8785 انجام شد.

اندازه‌گیری پروتئین

میزان پروتئین بر اساس استاندارد ملی شماره 1811 به کمک روش کلدال اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری ماده خشک

میزان ماده خشک طبق استاندارد ملی ایران به شماره 1753 اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری نمک

میزان نمک به روش موهر اندازه گیری شد(حسینی، 1377).

$$\text{درصد نمک} = \frac{0.0585 \times \text{نرمالیته نیترات نقره} \times \text{نیترات نقره مصرفی}}{\text{وزن نمونه}} \times 100 \qquad (1)$$

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

ابتدا عصاره‌گیری از پنیر انجام گردید و سپس فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز به روش DPPH و با خواندن جذب نمونه‌ها در طول موج 517

نانومتر به‌دست آمد (رضایی‌ارمی و همکاران، 1391). 20 گرم پنیر با 20 گرم آب مقطر مخلوط و همگن شد. نمونه همگن شده به مدت 10 دقیقه، با سرعت 1500 دور در دقیقه،2 بار سانترفیوژ کرده و مایع رویی جدا گردید و تا انجام مراحل بعدی آزمایش در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.10 میلی‌لیتر محلول DPPH 50 درصد اتانول را با 80 میلی‌لیتر اتانول رقیق کرده و با دستگاه طیف‌سنج چک شد تا عدد نشان داده شده توسط دستگاه زیر 1 باشد. ضمناً قبلاً دستگاه توسط اتانول کالیبره شده سپس به محلول DPPH رقیق شده مقدار 250 میکرولیتر مایع رویی جدا شده در مرحله قبل اضافه شد و به مدت 10 دقیقه در مکان تاریک قرار گرفته و سپس در دستگاه طیف‌سنج قرار داده شده و جذب در طول موج 517 نانومتر خوانده شد.

$$\text{درصد بازدارندگی DPPH} = \frac{\text{جذب DPPH خالص} - \text{جذب نمونه}}{\text{جذب DPPH خالص}} \times 100 \qquad (2)$$

رنگ‌سنجی

توسط سیستم عکسبرداری با انتقال تصاویر به رایانه و با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ انجام شد (Gahruie *et al.*, 2019).

شمارش کلی‌فرم‌ها

شمارش کلی‌فرم‌ها بر اساس استاندارد میکروبی شیر و فرآورده‌های لبنی به شماره 2406 انجام شد به منظور شمارش کلی‌فرم‌ها از روش کشت پورپلیت و محیط کشت ویولت رد بایل آگار (VRB) (مرک، آلمان) استفاده شد. انکوباسیون در دمای 30 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت انجام شد و نتایج به‌وسیله دستگاه پلیت کلنی کانتر شمارش و به صورت cfu/g گزارش شد.

شمارش کپک و مخمرها

شمارش کپک و مخمر بر اساس استاندارد میکروبی شیر و فرآورده‌های لبنی به شماره 2406 انجام شد. به‌منظور شمارش کپک و مخمر از روش کشت سطحی و محیط کشت YGC آگار (مرک، آلمان) استفاده شد. انکوباسیون در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 روز انجام شد و نتایج به‌وسیله دستگاه پلیت کلنی کانتر شمارش و به‌صورت cfu/g گزارش شد.

شناسایی استافیلوکوکوس اورئوس

شناسایی و شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* بر اساس استاندارد ملی 6806 انجام گردید.

ارزیابی حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی، تعداد 9 نفر به‌عنوان ارزیاب انتخاب شد و با استفاده از روش هدونیک 5 نقطه‌ای نمونه‌های پنیر تولید شده را از لحاظ طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی ارزیابی کردند. به این ترتیب که بیشترین نمره یعنی 5 به منزله عالی بودن نمونه و 1 کمترین نمره که نشان‌دهنده خیلی بد بودن نمونه است (Hashemi Gahruie *et al.*, 2017).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این مطالعه ابتدا تیمارهای پنیر فتای فراپالایش حاوی مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه (صفر، 0/05، 0/1 و 0/15%) تولید و پس از نگهداری در یخچال، در روزهای 3، 20 و60 آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی بر روی آن انجام گردید. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی و در 3 تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SPSS17) و با استفاده از جدول ANOVA یک طرفه آنالیز شد و از آزمون دانکن (p<0/05) برای مقایسه میانگین‌ها و جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

شناسایی ترکیبات اسانس زیره

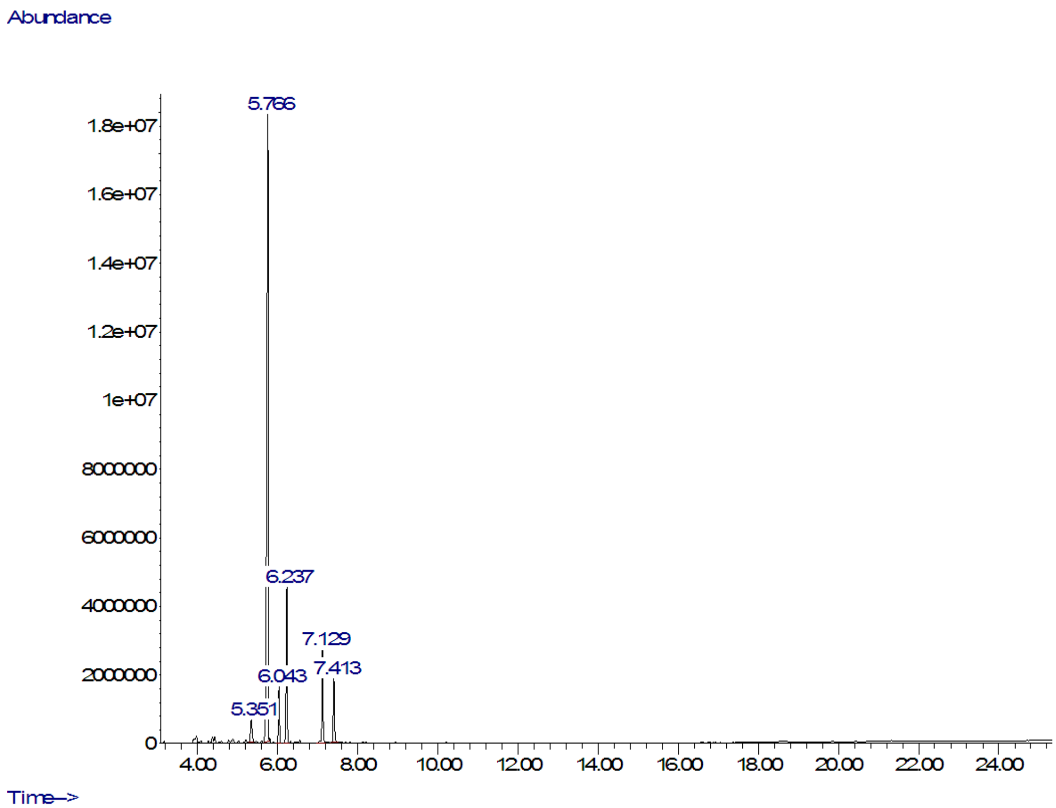
ترکیبات اصلی شناسایی شده در اسانس زیره شامل α-Thujene (%2/81)، p-Cymene (%67/11)، Linalool (%4/47)، Thymoquinone (%12/11)، Carvacrol (%7/63) و Longifolene (%5/87) بودند (شکل 1).

اسیدیته

میزان اسیدیته تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 1 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات اسیدیته در روز سوم در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار (p<0/05) نیست، اما در طول دوره نگهداری تغییرات معنی‌دار (p<0/05) است، به‌طوری که همواره یک روند افزایشی در تیمارها در روز 20 و 60 دوره نگهداری مشاهده می‌شود. با افزایش درصد زیره در روز 20 اسیدیته از 1/27 درصد اسید لاکتیک در شاهد به 1/35درصد در تیمار 0/15درصد اسانس رسید و در روز 60 از 1/32درصد در شاهد به 1/40درصد در تیمار حاوی 0/15درصد اسانس رسید. در همه تیمارها با گذشت زمان میزان اسیدیته به طور معنی‌داری (p<0/05) افزایش یافت و این افزایش در تیمار حاوی 0/15درصد اسانس بیشتر از سایر تیمارها بود. در نمونه شاهد از 1/19 به 1/32 درصد و در نمونه 0/05 درصد اسانس از 1/20 به 1/36 درصد و در نمونه 0/1 درصد اسانس از 1/22 به 1/38 درصد و در نمونه 0/15 درصد اسانس از 1/23درصد به 1/40درصد اسید لاکتیک رسید.

pH

میزان pH تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 2 قابل مشاهده است.



شکل 1- ترکیبات شناسایی شده در اسانس زیره

جدول 1- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان اسیدیته پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (% اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	1/19±0/011c A	1/27±0/011 b C	1/32±0/015aC
0/05	1/20±0/011 c A	1/30±0/011 b B	1/36±0/01 a B
0/1	1/22±0/03c A	1/33±0/011 b A	1/38±0/01 a AB
0/15	1/23±0/03 c A	1/35±0/015b A	1/40±0/01a A

میانگین های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

با توجه به نتایج تغییرات pH در روز سوم در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست(p>0/05)، اما در طول دوره نگهداری تغییرات معنی‌دار (p<0/05) است، به‌طوری که همواره یک روند کاهشی در تیمارها در روز 20 و 60 دوره نگهداری مشاهده می‌شود. با افزایش درصد زیره در روز 20 pH از 4/57 در شاهد به 4/47 در تیمار 0/15 درصد اسانس رسید و در روز 60 از 4/53 در شاهد به 4/39 در تیمار حاوی 0/15 درصد اسانس رسید. در همه تیمارها با گذشت زمان میزان pH به‌طور معنی‌داری (p<0/05) کاهش یافت و این کاهش در تیمار حاوی 0/15 درصد اسانس بیشتر از سایر تیمارها بود. در نمونه شاهد از 4/66 به 4/53، در نمونه 0/05 درصد اسانس از 4/66 به 4/49 و در نمونه 0/1 درصد اسانس از 4/65 به 4/46و در نمونه 0/15درصد اسانس از 4/63 به 4/39 رسید. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر موجب کاهش معنی‌دار pH نسبت به تیمار کنترلی گردید.

ماده خشک

میزان ماده خشک تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 3 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات ماده خشک در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست(p>0/05).

در نمونه شاهد و 0/05 درصد اسانس با گذشت زمان میزان ماده خشک به‌طور معنی‌داری (p<0/05) افزایش یافت. در نمونه شاهد و 0/05 درصد اسانس از 37/00 به 37/25 درصد رسید. اما در نمونه 0/1% و 0/15% اسانس، گذشت زمان تاثیر معنی‌داری (p<0/05) بر میزان ماده خشک ندارد. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک پنیر نداشت..

جدول 2- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان pH پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	4/66± 0/06 a A	4/57± 0/03 b A	4/53±0/01bA
0/05	4/66 ±0/04 a A	4/54± 0/02 b AB	4/49± 0/01 b A
0/1	4/65 ±0/05 a A	4/50± 0/05 b B	4/46± 0/05 b AB
0/15	4/63 ±0/02 a A	4/47± 0/03 b B	4/39± 0/06 b B

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول 3- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان ماده خشک پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	37/00 ± 0/10 b A	37/10 ± 0/10 ab A	37/25 ±0/05a A
0/05	37/00 ±0/15 b A	37/08 ± 0/02 ab A	37/25 ± 0/09 a A
0/1	37/00 ±0/28 a A	37/07 ± 0/08 a A	37/26 ± 0/20 a A
0/15	37/00 ± 0/30 a A	37/10 ± 0/10 a A	37/30 ± 0/26 a A

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

چربی

میزان چربی تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 4 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات میزان چربی در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست (p>0/05). در همه تیمارها با گذشت زمان میزان چربی تغییر معنی‌داری (p<0/05) نداشت. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تأثیر معنی‌داری بر میزان چربی نداشت.

جدول 4- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان چربی پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	15/00± 0/05 a A	15/05± 0/05 a A	15/11±0/07aA
0/05	15/00±0/15 a A	15/03± 0/15 a A	15/16 ± 0/11 a A
0/1	15/00±0/20 a A	15/08± 0/07 a A	15/20± 0/10 a A
0/15	15/00± 0/10 a A	15/03± 0/05 a A	15/16± 0/15 a A

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

پروتئین

میزان پروتئین تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 5 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات پروتئین در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست (p>0/05). در همه تیمارها با گذشت زمان میزان پروتئین تغییرات معنی‌داری (p<0/05) نداشت. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین نداشت.

نمک

میزان نمک تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 6 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات نمک در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نیست (p>0/05). در همه تیمارها با گذشت زمان میزان نمک تغییرات معنی‌داری (p<0/05) نداشت. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تأثیر معنی‌داری بر میزان نمک نداشت.

جدول 5- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان پروتئین پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	14/00± 0/15 a A	13/93± 0/50 a A	14/05±0/52aA
0/05	14/00±0/62 a A	13/92± 0/62 a A	14/12± 0/14 a A
0/1	14/00±0/35 a A	13/90± 0/65 a A	14/03± 0/20 a A
0/15	14/00± 0/54 a A	13/95± 0/27a A	14/16± 0/17 a A

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول 6- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر میزان نمک پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	2/50± 0/15 a A	2/51 ±0/02 a A	2/53±0/12aA
0/05	2/50±0/10 a A	2/51± 0/09 a A	2/53± 0/15 a A
0/1	2/50 ±0/08 a A	2/52± 0/11 a A	2/55± 0/11 a A
0/15	2/50± 0/12 a A	2/52± 0/14 a A	2/55± 0/14 a A

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

خاصیت آنتی‌اکسیدانی

میزان IC50 تیمارهای مختلف در روز چهلم نگهداری در جدول 7 قابل مشاهده است. نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر میزان IC50 در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تغییرات میزان اسانس موجب کاهش معنی‌دار میزان IC50 گردید، به‌طوری که میزان IC50 از 20/24 میکروگرم/ لیتر در تیمار شاهد به 4/76 میکروگرم/ لیتر در تیمار 0/15 درصد اسانس رسید که به دلیل وجود ترکیبات فنلی و فلاوونوئیدی می‌باشد. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر موجب کاهش معنی‌دار میزان IC_{50} گردید.

جدول 7- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر IC_{50} (میکروگرم/ لیتر) در پنیر در روز 40 نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	IC_{50} (میکروگرم/ لیتر)
شاهد	20/24± 0/60 A
0/05	14/29±0/56 B
0/1	8/33± 0/40 C
0/15	4/76±0/14 D

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

شاخص‌های رنگ L*، a* و b*

میزان شاخص‌های رنگ تیمارهای مختلف در روز 40 نگهداری در جدول 8 قابل مشاهده است.

شاخص رنگ L*

شاخص L معادل روشنایی تصویر است که مقدار آن بین صفر تا 100 متغیر است. عدد صفر معادل مشکی و 100 نمایانگر سفید است. نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر میزان شاخص رنگ L* در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تغییرات میزان اسانس موجب کاهش معنی‌دار میزان شاخص رنگ L* گردید، به‌طوری که میزان شاخص رنگ L* از 81/66 در تیمار شاهد به 74/00 در تیمار 0/15 درصد اسانس رسید. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر موجب کاهش معنی‌دار شاخص رنگ L* گردید.

شاخص رنگ a*

مؤلفه **a*** نشان‌دهنده تغییرات رنگ از قرمز تا سبز است به‌طوری که هرچه عدد ما به سمت منفی پیش برود نشان‌دهنده این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت رنگ سبز تمایل پیدا می‌کند و هرچه به سمت مثبت پیشروی کند حاکی از این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت رنگ قرمز متمایل می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که بین

تیمارهای مختلف از نظر میزان شاخص رنگ *a در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. افزودن اسانس زیره سیاه تأثیر معنی‌داری بر شاخص رنگ *a نداشت.

شاخص رنگ *b

شاخص *b معادل زردی است و مانند *a نامحدود است و مقادیر مثبت آن معادل رنگ زرد و مقادیر منفی این کمیت معادل رنگ آبی است. نتایج نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف از نظر میزان شاخص رنگ *b در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تغییرات میزان اسانس موجب افزایش میزان شاخص رنگ *b گردید، به‌طوری که میزان شاخص رنگ *b از 6/00 در تیمار شاهد به 13/00 در تیمار 0/15 درصد اسانس رسید. افزودن اسانس زیره سیاه موجب افزایش معنی دار شاخص رنگ *b گردید.

جدول 8- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر شاخص‌های رنگ *L، *a و *b در پنیر در روز 40 نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	L*	a*	b*
شاهد	81/66± 3/78 A	-2/00±1/00 A	6/00±1/00C
0/05	77/33±1/52 AB	-1/66±0/57 A	7/66±3/05 BC
0/1	75/00± 3/60 B	-1/33±0/57 A	10/33±2/08 AB
0/15	74/00±3/60 B	-1/00±0/00 A	13/00±2/00 A

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

خصوصیات میکروبی پنیر

کلی‌فرم، کپک و مخمر و استافیلوکوکوس اورئوس

نتایج نشان داد که در هیچ‌یک از تیمارهای مورد مطالعه و در هیچ‌یک از زمان‌ها آلودگی کلی‌فرمی یافت نشد. همچنین نتایج نشان داد که در هیچ‌یک از تیمارهای مورد مطالعه و در هیچ‌یک از زمان‌ها آلودگی کپک و مخمر یافت نشد. در بررسی تاثیر اسانس بر *استافیلوکوکوس اورئوس* نتایج نشان داد که همه تیمارهای مورد مطالعه در طی دوره بررسی از نظر آلودگی به *استافیلوکوکوس اورئوس* منفی بودند.

خصوصیات حسی

طعم

میزان امتیاز طعم تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 9 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات طعم در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار ($p<0/05$) می‌باشد. همواره نمونه 0/05 و 0/1 درصد دارای طعم بهتری نسبت به شاهد هستند، به‌طوری که غلظت 0/05 درصد اسانس دارای بالاترین امتیاز طعم است. افزایش اسانس در همه روزها موجب کاهش پذیرش طعم شده است. در روز 3 از 4/55 در تیمار 0/05 به 3/44 در تیمار0/1 درصد اسانس، در روز 20 از 4/66 به 3/66 و در روز 60 از 4/11 به 3/00 کاهش یافت. در همه تیمارها با گذشت زمان امتیاز طعم به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) تغییر یافت. با گذشت زمان امتیاز طعم ابتدا تا روز بیستم افزایش و سپس تا پایان دوره نگهداری کاهش یافت. میزان امتیاز طعم در نمونه شاهد از 3/26 به 3/22، در نمونه 0/05درصد اسانس از 4/55 به 4/11، در نمونه 0/1درصد اسانس از 4/22 به 3/77 و در نمونه 0/15درصد اسانس از 3/44 به 3/00 رسید. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر در غلظت‌های بالا موجب کاهش معنی‌دار امتیاز طعم نسبت به تیمار کنترلی گردید.

جدول 9- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر طعم پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	3/66± 0/50 ab B	4/00± 0/50 a BC	3/22±0/44b BC
0/05	4/55±0/52 a A	4/66± 0/50 a A	4/11± 0/60 a A
0/1	4/22±0/66 a A	4/33± 0/70 a AB	3/77± 0/83 a AB
0/15	3/44± 0/52 ab B	3/66± 0/70 a C	3/00 ± 0/50 b C

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

رنگ

میزان امتیاز رنگ تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 10 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات رنگ در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نمی‌باشد(p>0/05) و با تغییر میزان اسانس ثابت می‌باشد. در همه تیمارها با گذشت زمان امتیاز طعم تغییر معنی‌داری نداشت(p>0/05). افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تأثیر معنی‌داری بر رنگ نداشت.

جدول 10- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر رنگ پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	4/11± 0/60 a A	4/11± 0/60 a A	4/00±0/50 a A
0/05	4/11± 0/60 a A	4/11± 0/60 a A	4/00±0/50 a A
0/1	4/11± 0/60 a A	4/11± 0/60 a A	4/00±0/50 a A
0/15	4/11± 0/60 a A	4/11± 0/60 a A	4/00±0/50 a A

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

بافت

میزان امتیاز بافت تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 11 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات بافت در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار نمی‌باشد (p>0/05) و در روزهای مختلف با تغییر میزان اسانس ثابت می باشد. در همه تیمارها با گذشت زمان امتیاز بافت به تغییر معنی‌داری (p<0/05) نداشت. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر تاثیر معنی‌داری بر بافت نداشت.

جدول 11- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر بافت پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	4/11± 0/78 a A	4/00± 0/70 a A	3/88±0/60aA
0/05	4/11± 0/78 a A	4/00± 0/70 a A	3/88±0/60aA
0/1	4/11± 0/78 a A	4/00± 0/70 a A	3/88±0/60aA
0/15	4/11± 0/78 a A	4/00± 0/70 a A	3/88±0/60aA

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

پذیرش کلی

میزان پذیرش کلی تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری در جدول 12 قابل مشاهده است. با توجه به نتایج تغییرات پذیرش کلی در روزهای مختلف در بین تیمارهای مختلف معنی‌دار (p<0/05) می‌باشد، به‌طوریکه غلظت 0/05 درصد اسانس موجب افزایش و غلظت‌های بالاتر اسانس موجب کاهش پذیرش کلی می‌گردد اما این کاهش در روز 3 و 20 کمتر از میزان پذیرش کلی در نمونه شاهد نخواهد بود. در روز 60 میزان پذیرش کلی از 3/44 در تیمار شاهد به 3/33 در تیمار 0/15 درصد اسانس کاهش یافت. در همه تیمارها با گذشت زمان پذیرش کلی تغییر معنی‌داری (p<0/05) نداشت. با گذشت زمان پذیرش کلی تا روز بیستم افزایش و تا پایان دوره نگهداری کاهش یافت. میزان پذیرش کلی در نمونه شاهد از 3/66 به 3/44، در نمونه 0/05% اسانس از 4/33 به 4/00، در نمونه 0/1درصد اسانس از 4/22 به 3/77 و در نمونه 0/15درصد اسانس از 3/66 به 3/33 رسید. افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر در غلظت‌های بالا موجب کاهش معنی‌دار پذیرش کلی گردید.

جدول 12- تأثیر مقادیر مختلف اسانس زیره سیاه بر پذیرش کلی پنیر در طی دوره نگهداری

تیمار (٪ اسانس)	روز 3	روز 20	روز 60
شاهد	3/66± 0/70 a B	3/77± 0/44 a B	3/44±0/72a AB
0/05	4/33± 0/50 a A	4/44± 0/52 a A	4/00±0/50a A
0/1	4/22± 0/66 a AB	4/33± 0/70 a A	3/77±0/66a AB
0/15	3/66± 0/50 a B	3/77± 0/44 a B	3/33±0/50a B

میانگین‌های دارای حروف مشترک کوچک در هر ردیف و میانگین‌های دارای حروف مشترک بزرگ در هر ستون در سطح احتمال 5% دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Bourgou و همکاران (2010) ترکیبات اصلی اسانس زیره را α-Thujene (6/9%)، p-Cymene (60/5%)، Limonene (1/4%)، Thymoquinone (3/0%)، Carvacrol (2/4%) و Longifolene (0/9%) معرفی کردند. Hajhashemi و همکاران (2004) ترکیبات اصلی اسانس زیره را α-Thujene (9/8%)، p-Cymene (37/3%)، Linalool (9/9%)، Thymoquinone (13/7%)، Carvacrol (1/6%) و Longifolene (6/4%) معرفی کردند.

افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر موجب افزایش معنی‌دار اسیدیته نسبت به تیمار کنترلی گردید. Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که میزان اسیدیته پنیر با افزایش غلظت اسانس زیره سیاه و در طی دوره نگهداری میزان اسیدیته پنیر افزایش یافت. افزودن اسانس زیره موجب افزایش اسیدیته پنیر گردید که دلیل آن می‌تواند اثر اسیدی ترکیبات اسانس زیره (Linalool) باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج محققان نامبرده و همچنین Ramadan Hassanien (2014) مطابقت داشت. Ramadan Hassanien و همکاران (2014) بیان نمودند که میزان اسیدیته پنیر در طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. Abdel-Razig و همکاران (2014) بیان نمودند که با گذشت زمان میزان pH پنیر کاهش می‌یابد که عمده دلیل آن افزایش تولید لاکتیک اسید می‌باشد. در طی زمان باکتری‌های کشت‌های آغازگر و بعضی از باکتری‌های موجود در پنیر لاکتوز شیر را به اسید لاکتیک تبدیل می‌کنند.

امرایی و همکاران (1386) بیان نمودند که دوره نگهداری اثر معنی‌داری بر روی میزان ماده خشک پنیر UF نداشت. قدس روحانی و همکاران (1389) بیان نمودند که میزان مواد جامد کل پنیر در طی دوره نگهداری تغییرات محسوسی ندارد اما تا روز 40 تقریباً ثابت بوده و پس از آن اندکی افزایش می‌یابد که علت آن را می‌توان آب‌اندازی مختصر در طی دوره نگهداری دانست که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. Ramadan Hassanien و همکاران (2014) بیان نمودند که میزان ماده خشک پنیر در طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. افزایش میزان ماده خشک در طی دوره نگهداری در نتیجه خروج آب از پنیر با پیشرفت اسیدیته و چروکیدگی لخته می‌باشد.

Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که میزان چربی پنیر تحت تأثیر افزودن اسانس قرار نگرفت. امرایی و همکاران (1386) بیان نمودند که دوره نگهداری اثر معنی‌داری بر روی میزان چربی پنیر UF نداشت. قدس روحانی و همکاران (1389) بیان نمودند که درصد چربی پنیر در طی دوره نگهداری افزایش یافت که علت آن افزایش مواد جامد کل در اثر آب‌اندازی می‌باشد. Ramadan Hassanien و همکاران (2014) بیان نمودند که میزان چربی پنیر در طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد.

قدس روحانی و همکاران (1389) بیان نمودند که تغییرات میزان پروتئین پنیر در طی دوره نگهداری نامحسوس بوده و تا روز چهلم اندکی کاهش و پس از آن اندکی افزایش می‌یابد. کاهش اولیه احتمالاً به علت تجزیه پروتئین‌های پنیر و ورود اندکی از آن به آب پنیر می‌باشد.

رفیعی و همکاران (1394) بیان نمودند که با افزایش غلظت اسانس زیره سبز و ترخون عدد پراکسید در پنیر کاهش یافت که می‌تواند ناشی از افزایش غلظت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر کومین آلدهید و یا استراگول موجود در اسانس زیره سبز و ترخون دانست که به‌طور مؤثری مانع از فساد اکسیداتیو چربی پنیر می‌گردد. Reddy و همکاران (2018) نشان دادند که ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها ترکیبات اصلی گیاه زیره را تشکیل می‌دهند و ویژگی‌های مهارکنندگی اسانس زیره را می‌توان به وجود این ترکیبات نسبت داد. غلامزاده و همکاران (1392) بیان نمودند که عصاره زیره سیاه موجب به تأخیر انداختن اکسیداسیون چربی‌ها در ماهی می‌گردد. حقیر السادات و همکاران (1389) بیان نمودند که میزان IC_{50} زیره سیاه بومی یزد 2/85 میکروگرم بر میلی‌لیتر می‌باشد.

اسماعیلی (1394) بیان نمود که تأثیر مقادیر عصاره برگ زیتون بر روی شاخص‌های رنگی نمونه‌ها معنی‌دار بود، به‌طوری که با افزایش غلظت عصاره میزان شاخص L^* کاهش یافت. اکبرپور (1395) بیان نمود که افزودن موسیلاژ ختمی به ماست موجب افزایش شاخص رنگ a^* شد. اسماعیلی (1394) بیان نمود که تأثیر مقادیر عصاره برگ زیتون و مدت زمان نگهداری بر روی شاخص‌های رنگی نمونه‌ها معنی‌دار بود، به طوری که با افزایش غلظت عصاره و مدت زمان نگهداری میزان شاخص b^* افزایش یافت. Tarakci و همکاران (2011) بیان نمودند که در همه نمونه‌های لبنه حاوی ترکیبات گیاهی شاخص رنگ b^* بر اساس گیاه اضافه شده تغییر نمود.

سلیمانی و همکاران (1389) بیان نمودند که اسانس زیره سیاه دارای تأثیر ضدمیکروبی بر روی *سالمونلا* و *شیگلا* می‌باشد. Reddy و همکاران (2018) اثر ضدباکتریایی زیره سیاه را بر روی *اشرشیاکلای* به اثبات رسانده‌اند. کامکار و همکاران (1396) بیان نمودند که فیلم حاوی اسانس زیره سیاه قادر به کاهش کلی‌فرم‌ها در فیله مرغ می‌باشد. طاهرخانی و همکاران (1394) بیان نمودند که اسانس زیره سیاه قادر به کاهش تعداد مخمرها و باکتری‌های هوازی در پنیر گودا می‌باشد. Jahan و Abdel-Hakim (2015) بیان نمودند که عصاره‌های زیره سیاه و سبز دارای خصوصیات ضد میکروبی قوی در پنیر دومیاتی می‌باشند. عطایی کچویی (1395) بیان نمود که زیره سیاه دارای اثر ضد میکروبی مناسبی بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* می‌باشد. سلیمانی و همکاران (1389) بیان نمودند که اسانس زیره سیاه دارای تأثیر ضد میکروبی بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* و *باسیلوس سوبتیلیس* می‌باشد. دلیل اصلی خواص ضد میکروبی زیره حضور کومین آلدئید در آن ذکر شده است. به‌نظر می‌رسد که کومین آلدئید، آلفاپینن و سابینن از جمله ترکیبات با خاصیت ضدباکتریایی در اسانس زیره سیاه هستند. Reddy و همکاران (2018) اثر ضدباکتریایی زیره سیاه را بر

روی *استافیلوکوکوس اورئوس* به اثبات رسانده‌اند. کامکار و همکاران (1396) بیان نمودند که فیلم حاوی اسانس زیره سیاه قادر به کاهش *استافیلوکوکوس اورئوس* در فیله مرغ می‌باشد.

قدس روحانی و همکاران (1389) بیان نمودند که در طی دوره نگهداری پنیر UF امتیاز طعم ابتدا تا روز بیستم افزایش و سپس تا روز شصت‌ام کاهش می‌یابد. Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که اسانس زیره سیاه موجب بهبود طعم پنیر گردید. Ramadan Hassanien و همکاران (2014) بیان نمودند که در پایان دوره نگهداری پنیر حاوی 0/2 درصد اسانس زیره دارای طعم بهتری بود. با توجه به تغییرات طعم در طول دوره نگهداری بهتر است پنیر حاوی اسانس زیره دوره نگهداری کوتاه تری داشته باشد تا طعم مطلوب تر باشد. Abdel-Razig و همکاران (2014) بیان نمودند که زیره سیاه دارای تأثیر معنی‌داری بر ظاهر پنیر بود و میزان 1/5 درصد زیره بهترین نتایج را از نظر رنگ نشان داد. Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که رنگ پنیر تحت تأثیر غلظت‌های اسانس زیره سیاه قرار نگرفت. Abdel-Razig و همکاران (2014) بیان نمودند که زیره سیاه دارای تأثیر معنی‌داری بر ظاهر پنیر بود و میزان 1/5 درصد زیره بهترین نتایج را از نظر بافت نشان داد. Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که بافت پنیر تحت تأثیر غلظت‌های اسانس زیره سیاه قرار نگرفت. Ramadan Hassanien و همکاران (2014) بیان نمودند که بین نمونه پنیر کنترلی و پنیر حاوی اسانس زیره سیاه از نظر ظاهر و بافت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در پایان دوره نگهداری نسبت به روز اول امتیاز بافت اندکی کاهش یافت و دوره نگهداری اثر معنی‌داری بر بافت پنیر نداشت. قدس روحانی و همکاران (1389) بیان نمودند که تغییر امتیاز بافت در طی دوره نگهداری ناچیز بوده و اندکی کاهش می‌یابد. Abdel-Razig و همکاران (2014) بیان نمودند که زیره سیاه دارای تأثیر معنی‌داری بر ظاهر پنیر بود و میزان 1/5 درصد زیره بهترین نتایج را از نظر پذیرش کلی نشان داد. رفیعی و همکاران (1394) بیان نمودند که افزودن اسانس زیره سبز به پنیر موجب بهبود پذیرش کلی گردید. طاهرخانی و همکاران (1394) بیان نمودند که افزودن اسانس زیره سیاه در غلظت 0/1 و 0/2 درصد باعث بهبود خواص حسی و پذیرش کلی نمونه‌های پنیر گودا شد. Abdel-Razig و همکاران (2014) بیان نمودند که در طی دوره نگهداری خصوصیات حسی پنیر کاهش یافت و در روز سی‌ام نمونه‌های پنیر دارای بهترین خصوصیات حسی بودند. در پایان دوره نگهداری نمونه‌های پنیر دارای پایین‌ترین امتیاز خصوصیات حسی بودند. Ahmed Hamid (2014) بیان نمود که خصوصیات حسی پنیر در طی دوره نگهداری تحت تأثیر معنی‌داری قرار می‌گیرد و در پایان دوره نگهداری خصوصیات حسی کاهش می‌یابد. کاهش خصوصیات حسی در پایان دوره نگهداری ناشی از فعالیت پروتئولیتیک و لیپولیتیک میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی تأثیر اسانس زیره سیاه بر خصوصیات شیمیایی نشان داد که اسانس زیره سیاه دارای تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال 5% بر اسیدیته، pH و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و موجب کاهش pH و افزایش اسیدیته و خاصیت آنتی‌اکسیدانی گردید. همچنین اسانس زیره سیاه در سطح احتمال 5% اثر معنی‌داری بر روی میزان پروتئین، چربی، نمک و ماده خشک پنیر نداشت. در طی دوره نگهداری میزان چربی، نمک و پروتئین تغییر معنی‌داری نداشت اما میزان اسیدیته به‌طور معنی‌داری افزایش و pH کاهش یافت. نتایج حاصل از بررسی تأثیر اسانس زیره سیاه بر شاخص‌های رنگ L*، a* و b* پنیر نشان داد که با افزایش درصد اسانس در پنیر؛ شاخص رنگ روشنایی کاهش یافت. همچنین با افزایش درصد اسانس شاخص رنگ a* افزایش یافت اما از نظر آماری در سطح احتمال P ≤0/05 تأثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش درصد اسانس در پنیر شاخص رنگ b* به طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج حاصل از بررسی تأثیر اسانس زیره سیاه بر خصوصیات حسی پنیر در طی دوره نگهداری نشان داد که افزودن اسانس زیره سیاه به پنیر بر روی طعم و پذیرش کلی تأثیر معنی‌داری داشته است. در طی دوره نگهداری تغییر معنی‌داری در رنگ، بافت و پذیرش کلی مشاهده نشد اما امتیاز طعم پنیر در پایان دوره نگهداری نسبت به روز سوم کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع تیمار حاوی 0/05 درصد اسانس از نظر خصوصیات حسی دارای امتیاز بالاتری بود.

منابع

Abdel-Razig, K.A., Ahamed Kunna, M. and Mohammed, A.S. (2014). Effect of levels of black cumin seeds (*Nigella sativa*) and storage period on biochemical properties and acceptability of Sudanese braided cheese. *Sudanese Journal of Agricultural Sciences*, 1: 55–62.

Abduganiew, B.E., Abdullaev, U.A., Aripov, K.N., Baser, K.H.C. and Oezek, T. (1997). Compositionof theessential oil of *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch. from Tajikistan. *Journal of Essential Oil Reserch*, 9: 597 - 8.

Ahmed Hamid, O.I. (2014). Effect of cumin oil concentrations on chemical composition and sensory characteristics of Sudanese white cheese during ripening. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3 (4): 961-968.

Akbarpour J. (2017) evaluation and study the effects of Althaea officinalis extract and Tragacanth Gum as a fat replacer on physichochemilchal properties of probiotic yogurt. MSc thesis.

Alsawaf, S.D. and Alnaemi, H. S. (2011). Effect of *Nigella sativa* (seed and oil) on the bacteriological quality of soft white cheese. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 25 (1): 21-27.

Ataie Kachouei M.(2016). Study the antimicrobial effects of the essential oils of *Origanum vulgare*, *Mentha piperita* and *Carum carvi* on the bacteria isolates from food stuffs. *Journal of food microbiology*. 3: 1-10.

Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., & Legault, J. (2010). Bioactivities of black cumin essential oil and its main terpenes from Tunisia. *South African Journal of Botany, 76*(2), 210-216.

Burt, S. (2004). Oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3): 223–253.

Dehkhoda, A.A. (1975). Dictionary of Persian words, (In Persian).University of Tehran press. Tehran. 264 - 275.

Fox, P.F. (1993). Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Chapman and Hall, London, 1: 414.

Gahruie, H. H., Eskandari, M. H., Van der Meeren, P., & Hosseini, S. M. H. (2019). Study on hydrophobic modification of basil seed gum-based (BSG) films by octenyl succinate anhydride (OSA). Carbohydrate polymers, 219, 155-161.

Ghods Rohani M. Mortazavu A. Mazaheri Tehrani M. (2010). Evaluation the effects of shelf life on physical, chemichal and sensorial properties ultrafiltreted UF feta chease.Iranian Food Science and Technology Research Journal. 6, 3, 149-157.

Gholamzadeh M ؛ Hosseini H ؛ Eskandari S ؛ Hosseini؛ E Gholamzadeh M (2013). Antioxidant activity of black cumin (Nigella sativa L.) and black caraway (Buniumpersicum Boiss) extracts, individually and in combination on chemical changes and sensory properties of silver carp (Hypophthalmichthysmolitrix) stored in refrigerator. 3 (11); 11-22.

Hashemi Gahruie, H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M.-T., & Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with Shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. Journal of Food Quality, 2017.

Amraei, H., Azizi, M.H., Barzegar, M., and Ahmadi Ghavlighi, H. (2007). Chemical and sensory characteristics of UF white cheese fortified with iron. *J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(4), 1-9.*

Haghiroalsadat F, Vahidi A, Sabour M, Azimzadeh M, Kalantar M, Sharafadini M. (2011) The Indigenous Cuminum Cyminum L. of Yazd Province: Chemical Assessment and Evaluation of its Antioxidant Effects. 19 (4) :472-481

Hajhashemi, V., Ghannadi, A., & Jafarabadi, H. (2004). Black cumin seed essential oil, as a potent analgesic and antiinflammatory drug. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 18(3), 195-199.

Hosseini, Z. (1998). Current methods in food stuff analysis. 3rd ed, shiraz, shiraz university press, 52-53.

Jahan, I.I. and Abdel-Hakim, E.H. (2015). Quality improvement of Damietta cheese usings some spices extract. Assiut Veterinary Medical Journal, 61 (147): 24-33.

Kamkar A, Khanjari A, Oladi M, Molaee Aghaee E. (2017) Effect of packaging with chitosan film containing Bunium persicum L. essential oil on chemical and microbial properties of chicken fillet. J Fasa Univ Med Sci. 7 (1) :104-115

Karim G. (1997). Milk and Dairy product. First ed. University of Tehran Press. Iran. 206 - 237.

Pourmortazavi, S.M., Ghadiri, M. and Hajimirsadeghi, S.S. 2005. Supercritical fluid extraction of volatile components from Bunium persicum Boiss. (black cumin) and Mespilus germanica L. (medlar) seeds. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 439 - 446.

Pour-seyedi, S. (1994). Assessment of germination and cytology of three Iranian caraway genus: Bunium, Carum and Cuminum. Tehran: University of Tehran. 89. [persian].

Rafei؛ S. Azizkhani؛ M. Areaei P. (2017). Impact of Antioxidative Properties of Cumin and Tarragon Essential Oils on the Quality of Full-Fat White Cheese. 14; 79-90.

Ramadan Hassanien, M.F., Mahgoub, S.A. and El-Zahar, K.M. (2014). Soft cheese supplemented with black cumin oil: Impact on food borne pathogens and quality during storage. Saudi Journal of Biological Sciences, 21: 280–288.

Reddy, S. H., Al-Kalbani, A. S., & Al-Rawahi, A. S. (2018). Studies On Phytochemical Screening-Gc-Ms Characterization, Antimicrobial And Antioxidant Assay Of Black Cumin Seeds (Nigella Sativa) And Senna Alexandria (Cassia Angustifolia) Solvent Extracts. International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research, 9(2), 490-497.

Rezaie Erami S. Jafari Sm. Khomeiri M. Bayat. H. (2012). Comparison of antioxidant properties Walnut leaf extract extracted from convectional and microvave assisted extraction. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 8, 2, 219-234.

Sadeghi E, Akhondzadeh Basti A, Misaghi A, Zahraii Salehi T, Bohlouli Osgoii S. (2010) Evaluation of effects of Cuminum cyminum and Probiotic on Staphylococcus aureus in Feta Cheese. JMP. 2 (34) :131-141

Shankaracharya, N.B. and Shankaracharya, M.L. (1988). Research note on the essential oils of Cuminum cyminum L. and Bunium persicum. B. Pafai Journal, 10 (4): 33-35.

Soleymani N, Sattari M, Sepehriseresht S, Daneshmandi S, Derakhshan. (2010) Evaluation of reciprocal pharmaceutical effects and antibacterial activity of Bunium persicum essential oil against some Gram positive and Gram negative bacteria. Iran J Med Microbiol.; 4 (1 and 2) :26-34

Taherkhani P, Noori N, Akhondzadeh Basti A, Gandomi H, Alimohammadi M. (2015) Antimicrobial Effects of Kermanian Black Cumin (Bunium persicum Boiss.) Essential Oil in Gouda Cheese Matrix. JMP. 2 (54) :76-85

Tarakci, Z., Temiz, H. and Ugur, A. (2011). The effect of adding herbs to labneh on physicochemical and organoleptic quality during storage. International Journal of Dairy Technology, 64 (1): 108-116.

Zeinali, N. (2007). Recognition, cultivation and culturing of Caraway, (In Persian). Vadiat. Kerman. 56.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 409-421

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 421-409

Effect of black cumin essential oil on physicochemical, microbial and sensorial characteristics of ultrafilterated Feta cheese

M. Momeni, H. Lashkari*

Received: 2019.05.13
Accepted: 2019.09.29

Introduction: Black cumin is one of the most important and valuable herbal plants that are wildly found in regions of Iran with dry weather such as Kerman, Fars, Isfahan and Yazd. Black cumin seed in traditional medicine is used as anti- flatulence, anti-diarrhea, antipyretic, blood fat and cholesterol reducer, anti-allergic and digestive enhancers. Essential oils are oily liquids that are obtained from different parts of the plant. Different compounds in the essential oil of black cumin include cumin-aldehyde, gamma trypinene, paracymon and other active ingredients, which are often terpene compounds and have numerous uses as anti-bacterial and antioxidant agents. In recent years, consumers have become more concerned with the health issues and are looking to eat foods with higher functional characteristics, as well as higher nutritional value. Therefore, it can be suggested that essential oil of Cumin as a natural and vegetable preservative was used in food. Because cheese is a nutritious environment for the growth of microbes, it always has microbial degeneration.

Materials and Methods: Identification of essential oil compound was performed by GC/MS chromatography. In order to evaluate the effect of Black Cumin essential oil on physicochemical, microbial and sensory properties of cheese, different percentages of Black Cumin essential oil (0, 0.05, 0.1% and 0.15%) were added to cheese. Iranian white cheese production was done by ultrafiltration method in Arjan Fars Company. Cheese sample were analyzed at days 3, 30 and 60 of storage time. Acidity, pH, fat, protein and dry matter were measured according to National Standard No. 2852, 2852, 8785, 1811, 1753 respectively. To measure the inhibition of free radicals of DPPH, method of Rezai et al(2012) was followed. Microbial characteristics were performed according to the standard microbial milk and dairy products number 2406. The color analysis was performed based on Hosseini et al (2019) method. The parameters of color include L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness) were measured. The sensory attributes were evaluated by 9 panelists. A five-point hedonic scale rating (1= very bad, 2=bad, 3= neither bad nor good, 4= good, 5= very good) was carried out. Data analyzed with SPSS: 22 software and Means were compared with Duncan multiple range test ($p<0.05$).

Results and Discussion: The analysis of black cumin essential oil with GC/MS chromatography showed that the main ingredients of it were α-Thujene, p-Cymene, Linalool, Thymoquinone, Carvacrol and Longifolene. The results showed that Changes in essential oil percentage had significant effect ($p<0.05$) on acidity, pH, IC_{50}. With increasing essential oil percentage, an increase in the level of acidity and decrease in the level of IC_{50} and pH was observed. Changes in essential oil percentage had no significant effect($p<0.05$) on protein, fat, salt and dry matter content of cheese. The results showed that storage period had no significant effect ($p<0.05$) on protein, fat and salt content. Increasing the essential oil percentage of cheese significantly decreased the L^* index and increased the b^* index. The microbial analyses showed no microbial contamination (coliforms, *sataphylococcus aureus*, mold and yeast) was found during the storage time therefore, the essential oil of Cumin can be used as a natural preservative in cheese production. Analyses of the sensory characteristics during storage time showed that the addition of essential oil to cheese did not have any significant effect on color and texture but had a significant effect on taste and acceptance of cheese. In all treatments, the taste score changed significantly with time ($p<0.05$). Over time, the flavour rating began to increase until the twentieth day, and then decreased to the end of the storage time. In general, the treatment containing 0.05% Black Cumin essential oil has the highest acceptance in sensory evaluation and since its other characteristics were standard, it was selected as the best treatment.

Keywords: Black Cumin cheese, essential oil, microbial, physicochemical, sensory.

(*- Corresponding Author Email: hlashkari@gmail.com)